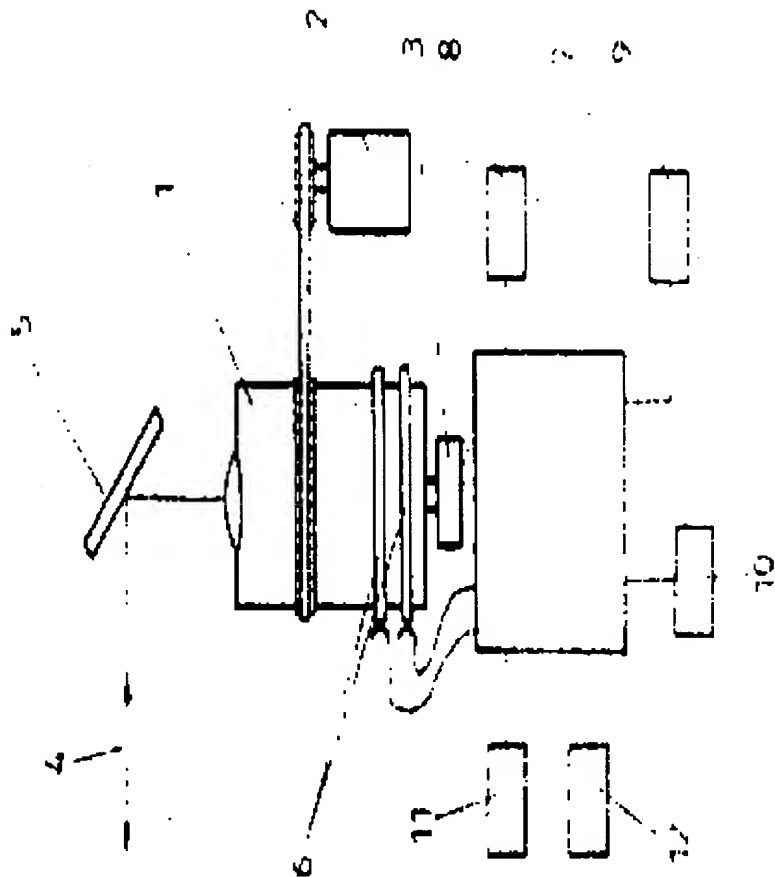


AN: PAT 1990-052238  
TI: Sensor system for vehicle determination sends range finder beam to measure angle and range of reflectors for transfer to computer  
PN: **DE3821892-C**  
PD: 22.02.1990  
AB: A sensor system for vehicle position determination has at least one laser rangefinder, a scanner with angle measurement for the laser beam and a computer. A rangefinder beam is sent out continually rotating around a vertical axis, to measure range and angle of reflectors or objects, for transfers to the computer. In the computer, the positions of all reflectors or objects recognisable by the system, and also all stretches between them, are stored. From the measurement values to the reflectors or objects, stretches between them are calculated. From comparison with the stored values, the identity of the sensed objects or reflectors is established, and by comparison with their known positions, the computer determines the vehicle position. Measurement and position sensing and calculation is pref. continuous.; Container handling vehicle for container terminals.  
PA: (HIPPI) HIPPI J F;  
FA: **DE3821892-C** 22.02.1990;  
CO: DE;  
IC: B62D-033/06; G01C-003/08; G01S-005/16; G01S-007/48; G01S-017/06; G02B-005/12;  
MC: S02-B01; S02-B05; S02-B08; W06-A03; W06-A06; X25-F05;  
DC: P81; Q22; S02; W06; X25;  
FN: 1990052238.gif  
PR: **DE3821892** 29.06.1988;  
FP: 22.02.1990  
UP: 22.02.1990

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑪ DE 3821 892 C 1

⑳ Aktenzeichen: P 38 21 892.5-35  
㉑ Anmeldetag: 29. 6. 88  
㉒ Offenlegungstag: —  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 22. 2. 90

⑤ Int. Cl. 5:  
**G 01 S 5/16**  
G 01 S 17/06  
G 01 S 7/48  
G 01 C 3/08  
B 62 D 33/06  
G 02 B 5/12

DE 3821 892 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
Hipp, Johann F., Dipl.-Phys., 2000 Hamburg, DE

⑦② Erfinder:  
gleich Patentinhaber

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 32 44 358 C2  
DE 35 26 564 A1  
DE-OS 20 52 086  
CH 6 43 364 A5  
US 47 17 251  
US 44 90 038  
US 44 57 621  
EP 02 46 354 A2

DE-Z: LEVI, Paul: Laser-Abstandsmessungen:  
Industrieroboter lernen räumlich sehen. In:  
Elektronik 12/16.6.1983, S. 93-98;

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Positionsmessung von Containerumsetzfahrzeugen

Zur Positionsmessung eines Containerumsetzfahrzeuges wird ein Sensorsystem vorgeschlagen, mit dem die mit Reflektoren ausgerüstete Umgebung des Fahrzeuges als Bezug zur Vermessung vom Fahrzeug aus benutzt wird. Während der Fahrt und insbesondere im Stand wird kontinuierlich mit einem rotierenden Laserentfernungsmesser die Umgebung vom Fahrzeug aus vermessen. Die Positionen der Reflektoren sind im Fahrzeugrechner gespeichert. Die Position des Fahrzeuges wird aus den gemessenen Polarkoordinaten zu den Reflektoren bestimmt und umkodiert auf Lagerplätze, die dem Lagerrechner per Funk übertragen werden.

DE 3821 892 C 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens nach Anspruch 1.

Die Erfindung findet vorzugsweise Anwendung bei Containerumsetzfahrzeugen auf Containerterminals, mit denen der Transport der Container vom Verladeplatz zum Lagerplatz und zurück vorgenommen wird.

Ist zu jeder Zeit und damit auch zum Zeitpunkt der Containerübernahme oder Absetzung die Position der Transportfahrzeuge bekannt, so kann diese als kennzeichnendes Merkmal zur Lagerordnung herangezogen werden.

Die Aufgabenstellung ergibt sich aus dem Wunsch nach Rechnereinsatz bei der Einsatzplanung und dem Wunsch, die zur Zeit noch manuelle Informationseingabe und -Übermittlung fehlerfrei zu gestalten und Erkennungsprobleme bei gestapelten Containern zu vermeiden.

Um dies zu erreichen, muß die Information über die Position der Transportfahrzeuge auf eine möglichst wirtschaftliche Methode sicher gemessen werden. Ist das zugehörige System realisiert, könnte es eine Reihe weiterer Hilfen wie z. B. Wegoptimierung und Führung, automatisierte Einsatzplanung leisten.

Lösungen des meßtechnischen Problems sind in Ansätzen vorhanden. Bekannt sind Systeme, bei denen der Containerterminal mit im Boden vergrabenen Marken versehen wird, die einen identifizierbaren Code tragen. Die Transportfahrzeuge werden mit entsprechenden Empfängern ausgerüstet, die die Erkennung der Marken ermöglichen. Ein derartiges System ist sehr starr und behindert die Betriebsführung des Containerterminals, weil Änderungen nur noch sehr schwer durchführbar sind. Insbesondere ist aber die Einführung eines derartigen Systems mit organisatorischen Problemen verbunden, da mehrere tausend Marken im Boden vergraben werden müssen, ohne daß der laufende Betrieb darunter leidet.

Die Lösung dieser Aufgabe durch ein flexibles, änderungsfähiges und erweiterbares System, ohne Verwendung von festen Marken im Boden, würde sehr große Vorteile mit sich bringen, weil einerseits die Aufgabe technisch erfüllt, andererseits die Betriebsführung während der Einführungsphase nur wenig gestört würde und eine Erweiterung einfach durchführbar wäre.

Die erfinderische Lösung der Aufgabenstellung geht von folgenden Überlegungen aus:

Der Containerterminal wird an vielen Stellen mit Reflektoren ausgerüstet. Vorzugsweise eignen sich dazu die überall vorhandenen Lichtmasten. Lichtmasten sind praktisch immer auf Containerterminals vorhanden, da der Betrieb auch nachts durchgeführt wird. Aber auch Hallenwände und sonstige feststehende Bauwerke eignen sich zur Anbringung von Reflektoren.

Mit einem im Fahrzeug integrierten, rundum messenden Laserentfernungs- und Winkelmeßsystem werden vom Fahrzeug aus die Reflektoren vermessen.

Dieses Meßsystem sendet rotierend, in genau gemessene Richtungen, kontinuierlich Licht aus und ist in der Lage, die Reflexion von Reflektoren zu detektieren. Werden Lichtpulse verwendet, so kann das Licht sehr einfach zur Entfernungsmessung genutzt werden. Aus der gemessenen Laufzeit der Lichtpulse wird die exakte Entfernung berechnet. Mit einem Winkelmessgerät wird der Winkel zu den Reflektoren bestimmt. Der Winkelwert wird in dem Moment ausgelesen, in dem der Emp-

fänger ein Reflexionssignal detektiert. Auf diese Weise wird kontinuierlich eine genaue Vermessung der Reflektoren der Umgebung um das Transportfahrzeug durchgeführt.

Das Meßsystem ist mit einem Rechner verbunden, der alle Strecken zwischen Reflektoren mit den zugehörigen Reflektoridentifikationsnummern und Ortskoordinaten gespeichert hat. Die Anzahl dieser Strecken ist relativ klein. Geht man beispielsweise von einer Containerterminalfläche von 1 qkm aus und nimmt an, daß alle 100 m ein Reflektor vorhanden ist, dann benötigt man ca. 100 Reflektoren. Praktisch wird diese Zahl höher liegen, da oftmals die Blickrichtungen eingeschränkt sind.

Bei 100 Reflektoren gibt es  $\frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 101 = 5050$  Strecken zwischen den Reflektoren. Die im Rechner gespeicherte Tabelle mit den Strecken ist sinnvollerweise der Streckenlänge nach geordnet.

Aus den von einem Punkt gemessenen Polarkoordinaten zu den Reflektoren können die Verbindungsstrecken zwischen den Reflektoren berechnet werden. (Im Moment der Messung ist nicht bekannt, welche Reflektoren angemessen wurden.)

Durch Tabellenzugriff werden die zugehörigen Reflektoridentifikationen bestimmt. Daraus werden die Ortskoordinaten der angemessenen Reflektoren bestimmt. Dadurch ist bekannt, welche Reflektoren vermessen wurden und welche Ortskoordinaten diese haben. Da die Polarkoordinaten vom Fahrzeug aus gemessen wurden, kann nun die Position exakt rechnerisch bestimmt werden.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Sensorsystems bestehen u. a. darin, daß dieser einfache Vorgang zur Positionsbestimmung, zu jedem Zeitpunkt und an jedem Ort, ohne Vorkenntnis der Position ablaufen kann.

Stattet man den Laserentfernungsmesser mit der Fähigkeit aus, die Umgebung direkt und nicht nur Reflektoren zu detektieren, also ein Entfernungsbild der Umgebung aufzunehmen, so können über die Position der Reflektoren noch Informationen der Umgebung verarbeitet werden. Dies könnten z. B. markante Punkte wie Ecken und Wände von Hallen und sonstigen Gebäuden sein.

Eine Schwierigkeit ergibt sich dadurch, daß sich das Transportfahrzeug während der Messung bewegt und Winkel und Entfernung zu den Reflektoren während eines Scans von unterschiedlichen Positionen aufgenommen werden. Dieser Unterschied ist umso größer, je schneller sich das Fahrzeug bewegt und je langsamer die Laserstrahl-Scanbewegung durchgeführt wird. Die Folge ist, daß die Position nicht sehr genau bestimmt werden könnte. Nähert sich das Fahrzeug einer Absetz- oder Aufnahme-position, so fährt es notwendigerweise langsam. Auch kann die Scanzeit sehr klein ausgelegt werden. In diesen Fällen kann die Position genau berechnet werden. Dies ist jedoch aufgabengemäß der wichtige Moment zur Positionsbestimmung.

Es ist jedoch auch wünschenswert, während der Fahrt zur Absetz- oder Aufnahme-position, Weghinweise vom Rechner erzeugen zu lassen und dem Fahrer eine Weghilfe anzubieten. In diesem Fall ist es sinnvoll, die Bewegungsdaten wie Fahrwinkeländerung und Geschwindigkeit mit geeigneten Sensoren zu erfassen. Damit ist der Rechner in der Lage, die Entfernungen und Winkel zu den Reflektoren auf einen gemeinsamen Standpunkt umzurechnen und die Position mit einer höheren Präzision während der Fahrt zu bestimmen.

Zu diesem Zweck können die Bewegungsdaten im einfachsten Fall direkt vom Fahrwerk des Fahrzeuges

abgenommen werden. So kann der Lenkwinkel und die Rotation der Antriebswelle hinter der Kupplung gemessen und geeignet aufbereitet, dem Rechner übertragen werden. Ist dies aus konstruktiven Gründen, die im Fahrzeug liegen, nicht möglich, so bieten sich korrelationsoptische Sensoren an, mit denen die Bewegung über Grund, getrennt nach Rotation und Vorwärtsbewegung direkt gemessen werden kann.

Ein typisches Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens und zugehörige Vorrichtungen sind in den Fig. 1 bis 6 schematisch wiedergegeben. Es zeigt

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Sensorsystem auf einem Fahrzeug als Blockdiagramm,

Fig. 2 wie das erfindungsgemäße Sensorsystem die Umgebung sieht,

Fig. 3 eine Fahrkabine mit erfindungsgemäßem Sensorsystem im Dach eingebaut,

Fig. 4 die Ausbildung des Laserstrahls,

Fig. 5 eine Ausführungsform der Reflektoren.

Das typische Ausführungsbeispiel ist in Fig. 1 als Blockdiagramm dargestellt. Der Entfernungsmesser 1 wird vom Motor 2 über den Zahnriemen einschließlich Umlenkspiegel 4 rotiert. Dabei beschreibt der Meßstrahl eine horizontale Rotationsbewegung und überstreicht den Horizont. Power und Signale werden über Schleifringe 6 übertragen. Die Winkelstellung des Meßstrahles relativ zum Fahrzeug wird mit dem elektronischen Winkelmesser 3 gemessen. Der Rechner 7 übernimmt die Entfernungen und Winkel zu den Reflektoren und errechnet mit Hilfe gespeicherter Informationen über die Orte der Reflektoren und Strecken zwischen den Reflektoren die Positionsberechnung des Transportfahrzeuges. Mit Hilfe des Funkdatenübertragungsgerätes 8 werden diese Informationen an den nicht dargestellten zentralen Lagerrechner übertragen.

Auf dem Display 9 werden Fahrhilfen und Lagerplätze von Zielorten oder Istpositionen dargestellt. Mit Hilfe der Tastatur können Informationen in den Rechner eingegeben oder abgerufen werden. Die Sensoren für die Bewegungsdaten wie Fahrwinkel 11 und Geschwindigkeit 12, liefern ihre Daten direkt an den Rechner.

Fig. 2 veranschaulicht, wie das erfindungsgemäße Sensorsystem die Umgebung sieht. Die Reflektoren 13 bis 16 werden vom Transportfahrzeug 17 aus vermessen. Dabei entstehen die Meßwerte über die Entfernungen  $a$  bis  $d$  und über die Winkel  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  usw., die relativ zur Fahrtrichtung gemessen werden. Der Rechner errechnet die Strecken zwischen den vermessenen Reflektoren. Zum Beispiel die Strecke zwischen Reflektor 14 und 15 mit den Entfernungen  $b$ ,  $c$  und der Winkeldifferenz  $\alpha_2 - \alpha_1$ . Diese Strecke wird in der gespeicherten Liste der Strecken wieder gefunden und dient dann zur Positionsberechnung.

Fig. 3 veranschaulicht, wie das erfindungsgemäße Sensorsystem 20 im Dach der Fahrkabine 19 eingebaut ist. Der Meßstrahl 4 rotiert horizontal und trifft auf die Reflektoren 21, die an Masten angebaut sind.

Fig. 4 zeigt die Ausbildung des Laserstrahls 4, der vertikal stark auseinandergezogen ausgebildet ist. Die Reflektoren 21 werden dann auch bei Schrägstellung des Transportfahrzeuges sicher getroffen.

Fig. 5 zeigt einen Reflektor 21. Der Glaskörper 22 wird von einer Heizfolie 23 erwärmt, um einen Beschlag mit Eis oder Rauhreif zu verhindern. Der Heizstrom wird über die Kontakte 24 zugeführt. Der Gummikörper 25 schützt das Glas und die Heizfolie und dient als Träger des Regen- und Schneeschutzes 28. Mit der Schraube 29 und dem Einlegeteil 26 wird der Reflektor

am Halter 27 befestigt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Positionsbestimmung eines Fahrzeuges mittels eines Sensorsystems mit mindestens einem Laser-Entfernungsmesser, einer Scaneinrichtung mit Winkelmesser für den Laserstrahl und einem Rechner, **dadurch gekennzeichnet**, daß um eine vertikale Achse ein kontinuierlich rotierender Entfernungsmeßstrahl abgesendet wird, mit dem kontinuierlich Entfernung und Winkel zu Reflektoren oder Gegenständen gemessen und an einen Rechner übertragen werden, daß in dem Rechner die Positionen aller mit dem Sensorsystem erkennbaren Reflektoren oder Gegenstände und auch alle Strecken zwischen den Reflektoren oder Gegenständen untereinander gespeichert sind, daß aus den Meßwerten zu den Reflektoren oder Gegenständen Strecken zwischen den gemessenen Reflektoren oder Gegenständen errechnet werden, aus Vergleich mit den gespeicherten Werten die Identität der gemessenen Reflektoren oder Gegenstände vom Rechner bestimmt wird und durch Vergleich mit den bekannten Positionen der Reflektoren und Gegenstände daraus die Position des Fahrzeuges im Rechner bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Vermessungs- und Positionsbeurteilungsvorgang kontinuierlich abläuft.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gemessene und errechnete Position entsprechend der im Rechner gespeicherten Lagereinteilung in einen Lagerplatz umkodiert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Bewegungsdaten wie Fahrwinkel und Geschwindigkeit dazu benutzt werden, die Meßwerte zu Reflektoren und Gegenständen die zu einem Scanvorgang gehören, auf einen Ursprung umzurechnen.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gemessene und errechnete Position per Funk an den Lagerrechner übertragen wird, wenn ein Aufnahme-, Absetz- oder Umschaltvorgang mit einem Container durchgeführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach Einschalten des Fahrzeuges eine Umgebungsvermessung abläuft, und die Position dem Zentralrechner übertragen wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Lagerplatz Retroreflektoren angebracht werden, die aus einem großen Winkelbereich vermessen werden können.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens 1 zur Positionsbestimmung eines Fahrzeuges mittels eines Sensorsystems mit mindestens einem Laser-Entfernungsmesser, einer Scaneinrichtung mit Winkelmesser für den Laserstrahl und einem Rechner, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zur Entfernungsmessung verwendete Laserstrahl zumindest horizontal scharf gebündelt ist, daß der Winkel zum Reflektor aus dem bei Empfang des Reflexionssignals momentanen Scanwinkel bestimmt wird.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der zur Entfernungsmessung verwendete Laserstrahl vertikal auseinandergezogen ausgebildet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Entfernungsmessung nach dem Pulslaufzeitmeßverfahren arbeitet.
11. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Entfernungsmessung nach dem Phasenvergleichsverfahren arbeitet. 5
12. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß Sender und Empfänger des Entfernungsmessers glasfasergekoppelt sind und die Elektronik vom Optikteil des Entfernungsmessers separiert ist. 10
13. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Entfernungsmessstrahlen und Entfernungsauswerteschaltungen parallel verwendet werden. 15
14. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßstrahlablenkung durch Drehung des Entfernungsmessers mit Umlenkspiegel um eine vertikale Drehachse erfolgt.
15. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Entfernungsmessstrahl im Elevationswinkel motorisch verstellt werden kann. 20
16. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßstrahlablenkung mittels motorisch verstellbarer Spiegel erfolgt. 25
17. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Laserentfernungsmesser nur die Reflektoren detektiert.
18. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der rundum messende Entfernungsmesser im Dach der Fahrkabine des Fahrzeuges integriert ist. 30
19. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Reflektoren auf gleicher Position übereinander angebracht sind, um die unterschiedliche Höhe der Umsetzfahrzeuge auszugleichen. 35
20. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Reflektoren stark reflektierende Retroreflektoren aus Glas verwendet werden. 40
21. Vorrichtung nach Anspruch 8, 17 und 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflektoren mit Heizeinrichtungen versehen sind.
22. Vorrichtung nach Anspruch 8, 17 und 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflektoren mit Schutzeinrichtungen gegen Regen und Schnee versehen sind. 45
23. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Informationsbestand der Orte der Reflektoren zur Positionsbestimmung auf einem permanent speichernden Medium abgelegt wird. 50
24. Vorrichtung nach Anspruch 8 und Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Speichermedium ein elektrisch gepufferter RAM-Speicher ist.
25. Vorrichtung nach Anspruch 8 und Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Speicherbausteine EEPROMs (electronically erasable PROMs) sind. 55
26. Vorrichtung nach Anspruch 8 und Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Informationen auf magnetischen Datenträgern gespeichert werden. 60
27. Vorrichtung nach Anspruch 8 und Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Informationen auf einem optisch abtastbaren Datenspeicher gespeichert werden. 65
28. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß Bewegungsdaten wie Fahrwinkel und Geschwindigkeit des Fahrzeuges sensorisch erfaßt

werden.

29. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß Bewegungsdaten wie Fahrwinkel und Geschwindigkeit mit einem oder mehreren korrelationsoptischen Sensoren gemessen werden.

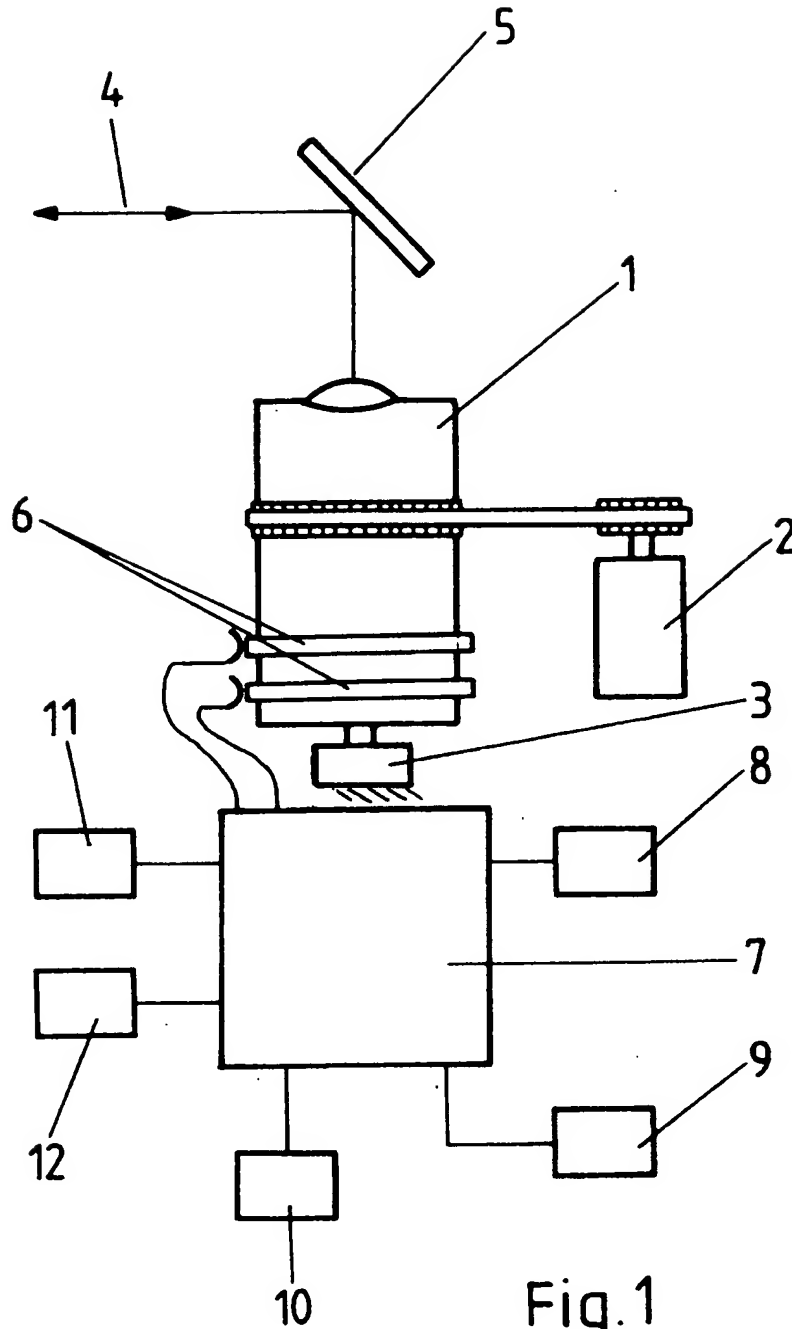
30. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß als Sensor zur Messung des Fahrwinkels ein Kreisel verwendet wird.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---





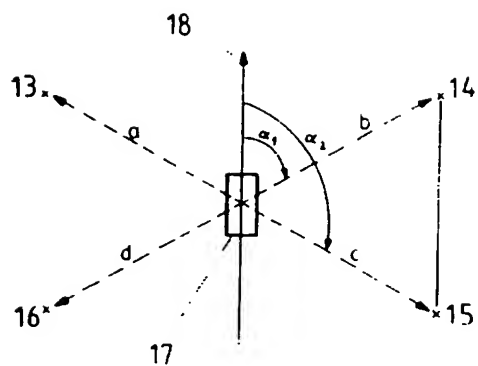


Fig. 2

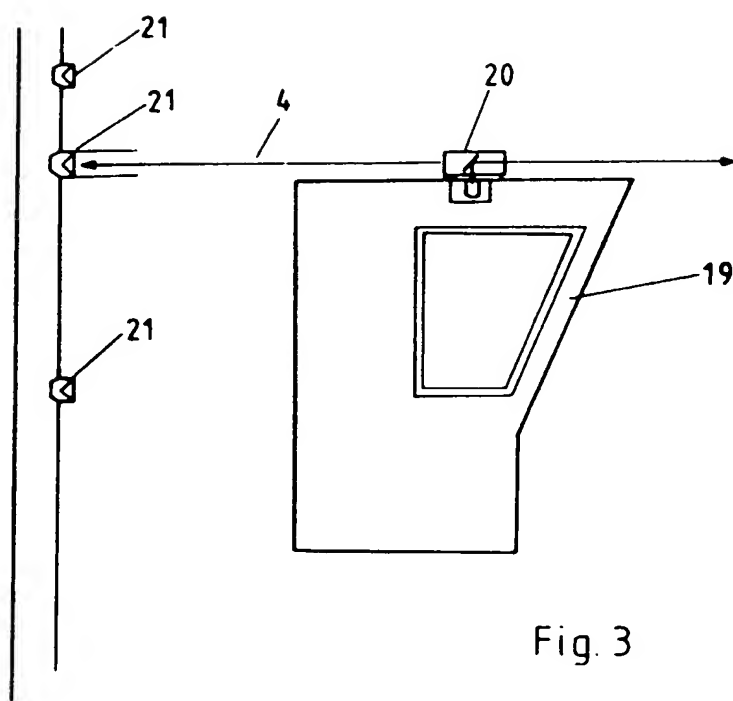


Fig. 3

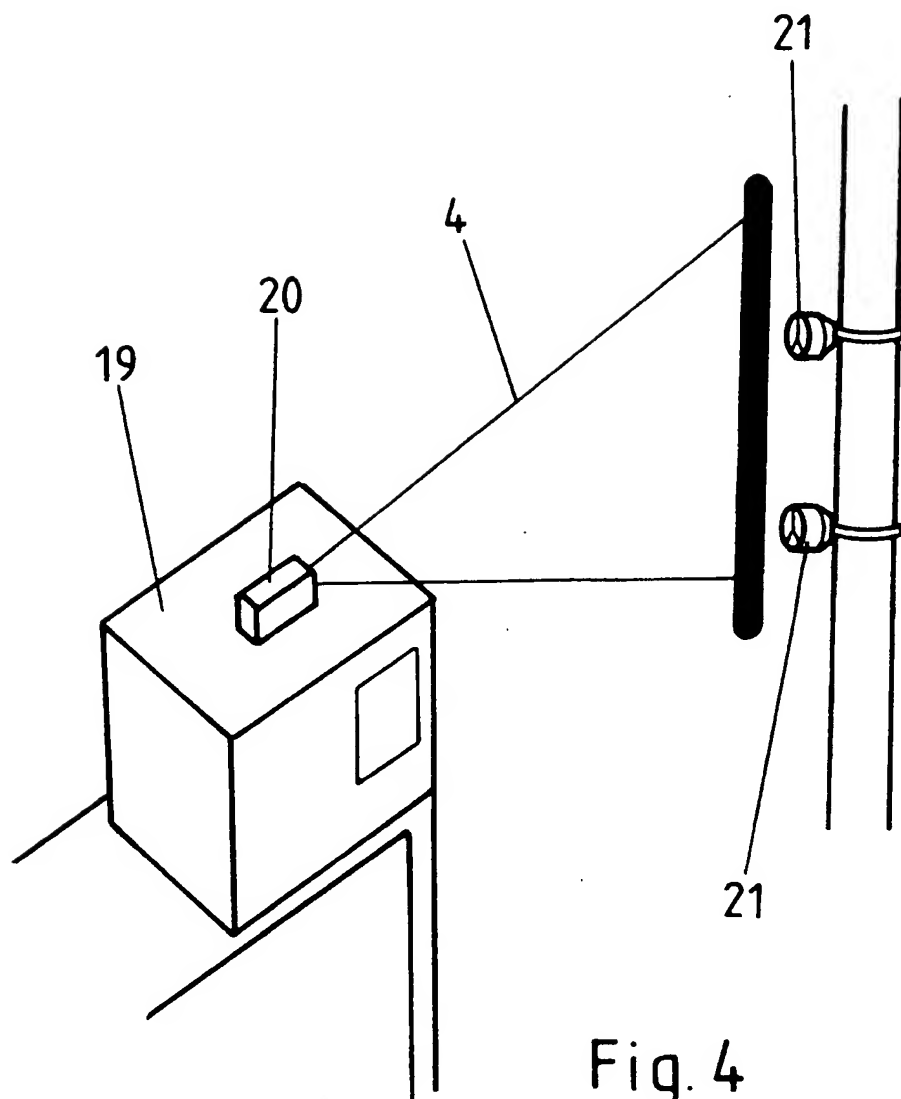


Fig. 4

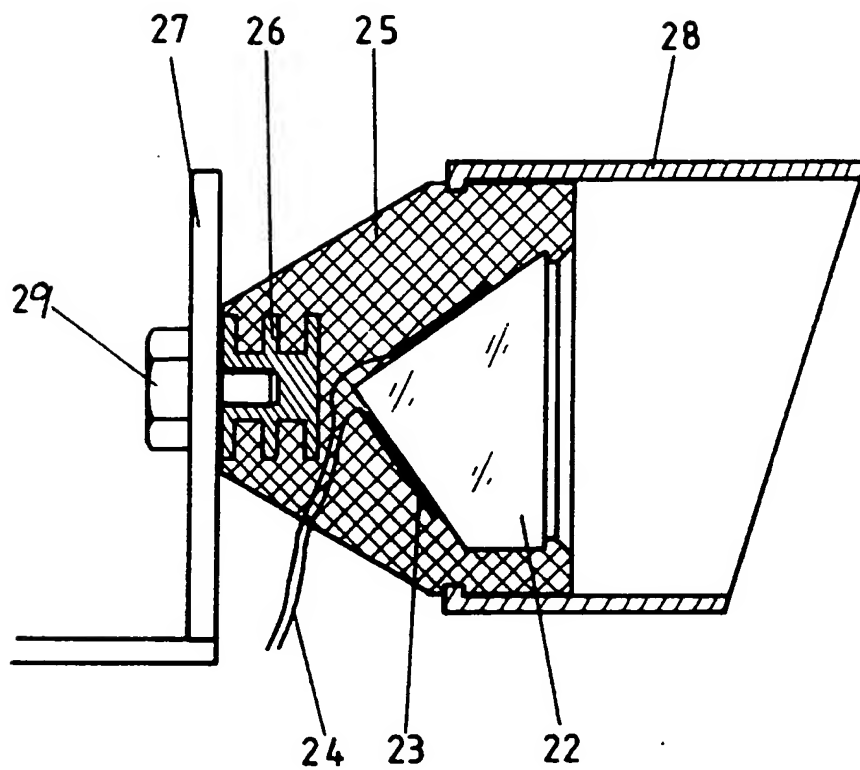


Fig. 5